

# ОБНАРУЖЕНИЕ ИЗМЕНЕНИЙ НА ЗЕМНОЙ ПОВЕРХНОСТИ ПО ДАННЫМ ДИСТАНЦИОННОГО ЗОНДИРОВАНИЯ

Мясников Ф.С., Иванов О.Ю.

Уральский Федеральный Университет

Институт радиоэлектроники и информационных технологий - РТФ

Ул. Мира, 32, Екатеринбург, Свердловская обл., 620002, Россия

e-mail: fsmyasnikov@gmail.com

**Аннотация** — Отмечено, что традиционные алгоритмы обнаружения изменений, которые используются в программных комплексах по обработке данных дистанционного зондирования Земли, недостаточно эффективны из-за рассогласования яркостных (цветовых) характеристик снимков. Предложен алгоритм, основанный на предварительной классификации данных дистанционного зондирования, проведено его исследование на примере обнаружения лесных вырубок. Представлены результаты обработки снимков реальных оптико-электронных систем.

## CHANGE DETECTION OF THE EARTH'S SURFACE BASED ON REMOTE SENSING

Myasnikov F.S., Ivanov O.Yu.

Ural Federal University

Institute of Radio Engineering and Information Technologies

32 Mira street, Yekaterinburg, 620002, Russian Federation

e-mail: fsmyasnikov@gmail.com

**Abstract** — The detection of changes in satellite images via traditional algorithms, which used in software package for remote sensing data processing, is well known as inefficient due to the mismatch of different brightness characteristics of the image. The article represents an algorithm, based on the remote sensing data classification. Shown the research of algorithm on the example of the detection of forest logging. Represents the results of processing of satellite images of real electro-optical systems.

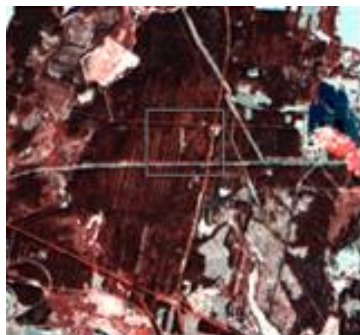
### I. Введение

Успешная эксплуатация множества космических систем, ведущих съемку в различных диапазонах электромагнитного спектра, позволяет осуществлять непрерывное слежение за процессами, происходящими на поверхности Земли [1]. Своевременное обнаружение изменений – одна из важнейших задач этого слежения.

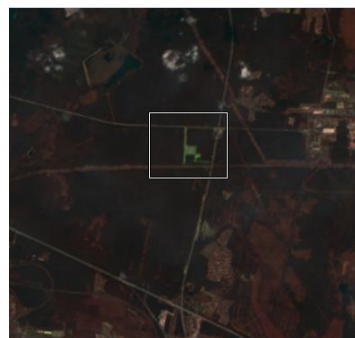
Рассмотрим возможности системы дистанционного мониторинга по обнаружению изменений на космических снимках на примере обнаружения лесных вырубок [2].

### II. Основная часть

В данной работе, в качестве объектов исследования использовались снимки с космических аппаратов *SPOT* и *Landsat*. В качестве исходного снимка (рис. 1а) – изображение спутника SPOT4 (дата съемки: 21 февраля 2013 г., разрешение 20 м.), в качестве снимка с изменениями (рис. 1б) – изображение Landsat8 (дата съемки: 18 сентября 2014 г., разрешение 30 м.).



а)



б)

Рис. 1. Снимки космических аппаратов SPOT (исходное изображение) (а) и Landsat (изображение с изменениями) (б).

Прямоугольником на снимках выделена исследуемая область, на которой в период между съемками была произведена вырубка лесного массива для строительства технопарка УрФУ.

В качестве инструментария, при помощи которого проводилось исследование, были выбраны пакеты прикладных программ по обработке данных дистанционного зондирования Земли ScanEx Image Processor и ENVI.

Для отображения изменений данные пакеты используют методы

- «Вычитания»

$$R = A - B_A,$$

где  $R$  – результат обработки,  $A$  – исходное изображение (относительно которого производится поиск изменений),  $B_A$  – изображение с изменениями.

- «Деления»

$$R = A/B_A,$$

- «Главных компонент»

$$R = (PC2A * (A - SA) + PC2B * (B_A - SB_A)),$$

где  $PC2A$  - множитель второй главной компоненты для изображения  $A$ ,  $PC2B$  - множитель второй главной компоненты для  $B_A$ ,  $SA$  - среднее значение яркости  $A$ ,  $SB_A$  - среднее значение яркости  $B_A$ .

Снимки, выбранные для тестирования алгоритма, получены разными системами, в разное время года и, вероятно, при различной освещенности. Поэтому наблюдается их рассогласование по яркостным (цветовым) характеристикам, и, как следствие, низкое качество обработки. Результат «Вычитания» представлен на рис. 2.

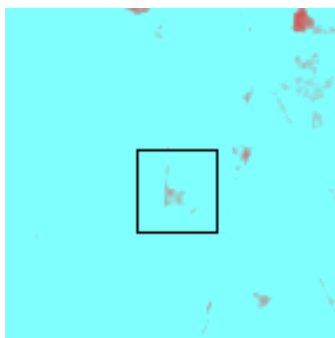


Рис. 2. Результат обнаружения изменений на снимках космических аппаратов SPOT и Landsat методом «Вычитания».

Процедуру выравнивания яркости снимков, использование которой на начальном этапе улучшает качество обработки, можно осуществлять разными способами: эквализация гистограммы яркости, приведение гистограммы к определенному виду (задание гистограммы), локальные улучшения и др.[3].

В данной работе для решения возникшей проблемы было предложено использовать предварительную классификацию снимков, после чего проводить анализ изменений на классифицированных изображениях.

Существуют два основных вида классификации: с учителем и без учителя (автономная классификация). Автономная классификация, независимо от базового алгоритма [4,5] (*k-means* и *ISODATA*, нейросетевой и др.), разбивает изображение на кластеры, которые не всегда можно сопоставить с реальными объектами, а это, в свою очередь, снижает эффективность обнаружения изменений на космических снимках. На рис. 3а представлен результат обработки для случая, когда на предварительном этапе при кластеризации использовался метод *k-means* (разбиение снимка проводилось на 4 кластера).

Классификация с учителем требует от оператора дополнительных трудозатрат, однако при этом значительно упрощается интерпретация результатов обработки и увеличивается эффективность работы алгоритма. Дальнейшего улучшения качественных показателей можно добиться, изменяя количество классов на изображении и/или оптимизируя решающее правило.

Пример обнаружения изменений при использовании классификации с учителем приведен на рис. 3б. Изображение было разделено на 4 класса (водная поверхность, лесной массив, городская застройка и поле). Решение о принадлежности

отсчета изображения к тому или иному классу принималось по минимальному расстоянию Махаланобиса

$$D = (X - M_c)^T (Cov_c^{-1}) (X - M_c),$$

где  $X$  – вектор яркости пикселя-кандидата,  $c$  – отдельный класс,  $M_c$  – вектор средних значений эталона класса  $c$ ,  $Cov_c^{-1}$  – ковариационная матрица пикселей в эталоне класса  $c$ . Достоинством данного решающего правила является то, что оно учитывает изменчивость классов.

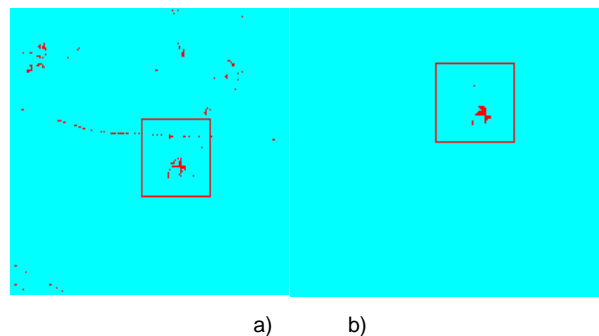


Рис. 3. Результаты обнаружения изменений методом «Вычитания» с предварительным использованием автономной классификации (*k-means*) (а) и классификации с учителем (минимальное расстояние Махаланобиса) (б).

### III. Заключение

Из-за различных условий съемки (время года, время суток, погодные условия и др.) использование традиционных методов обнаружения изменений на изображениях не всегда эффективно. Необходимо на начальном этапе дополнить алгоритм процедурой выравнивания яркости.

Предложенный алгоритм, который базируется на предварительной классификации данных дистанционного зондирования Земли, позволяет существенно повысить качество обработки.

Результаты эксперимента позволяют сформулировать требования к параметрам алгоритма предварительной классификации в зависимости от решаемой задачи.

### IV. Литература

- [1] Shovengerdt R. A. Distancionnoe zondirovanie. Modeli i metody obrabotki izobrazhenij [Remote sensing. Models and methods for image processing]. Moscow, Tehnosfera, 2010. 560 p.
- [2] Marks A. Monitoring lesov s pomoshh'ju gruppirovki sputnikov RapidEye [Forest Health Monitoring with RapidEye]. Geomatika, 2011, No 3, pp. 58-66.
- [3] Gonsales R., Vuds R. Cifrovaja obrabotka izobrazhenij [Digital image processing]. Moscow, Tehnosfera, 2005. 1072 p.
- [4] Sosnovsky A. V., Ivanov O. Yu. A neural network algorithm for linear structures detection on SAR images. CriMiCo 2013 23rd International Crimean Conference Microwave and Telecommunication Technology, 2013, pp. 1163-1164.
- [5] Dorosinsky L. G. Radar signals class recognition algorithm synthesis. CriMiCo 2014 24rd International Crimean Conference Microwave and Telecommunication Technology, 2014, pp. 1137-1138.
- [6]